

ПОРЯДОК РЕАЛИЗАЦИИ МИССИИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ АСТЕРОИДОВ

Ваулин С.Д., Пешков Р.А., Федоров В.Б.

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, peshkovra@susu.ru

Технология предотвращения астероидно-кометной опасности включает в себе решение ряда задач: обнаружения и классификации опасных космических объектов (ОКО), разработки ракетно-космических систем перехвата ОКО и анализа стратегий действий и способов воздействия на ОКО [Дегтярь, 2013]. Решение всех этих задач невозможно без знания состава объекта, с которым планируется взаимодействие. Таким образом, необходимо разработать сценарий миссии по исследованию метеоритов, астероидов и комет.

Реализация миссии невозможна без создания космического аппарата (КА), способного осуществить автономное сближение и посадку на астероид [Shustov, 2013]. Доставка экспедиционного модуля (ЭМ), который имеет в своем составе группы КА различного класса, в область космического пространства на некотором удалении от астероида обеспечивается с помощью межорбитального буксира с ядерной энергетической установкой [Синявский, 2013]. Наличие на борту источника электроэнергии мегаваттного класса позволит включить в состав аппаратуры энергоёмкое оборудование для локационного исследования поверхности космических объектов, а так же лазерного оборудования для воздействия на его поверхность. Подобные предварительные исследования можно проводить и на Земле путем изучения упавших метеоритов. Информация о составе, физико-механических характеристиках метеоритов должна использоваться при формировании состава оборудования размещенного на КА для осуществления возможной посадки, закрепления на его поверхности, проведения сейсморазведки, либо анализа и забора грунта.

Основными этапами реализации миссии являются:

- вывод межорбитального буксира на радиационно-безопасную орбиту и осуществление стыковки с выводимым экспедиционным модулем;
- доставка ЭМ на удаление от 1 до 100 км от астероида (в зависимости от состава ЭМ);
- обеспечение выравнивания вектора скорости центра масс КА с вектором скорости центра масс астероида;
- расстыковка КА с межорбитальным буксиром;
- доставка ЭМ к следующему астероиду.

После высадки всех ЭМ межорбитальный буксир возвращается на орбиту Земли для передачи полученной информации и загрузки новых ЭМ.

В состав ЭМ могут входить КА стандарта CubeSat (массой до 8 кг), которые играют роль ретранслятора, либо КА больших размеров (массой до 350 кг) для осуществления исследовательских миссий. В рамках разработки КА перспективными направлениями являются: формирование цифровых двойников элементов конструкции КА, проведение виртуальных испытаний и изготовление прототипов с применением аддитивных технологий, разработка методов и алгоритмов управления динамическими системами в условиях неполной информации и высокоточных систем компьютерного зрения (использование технологии глубоких нейронных сетей для поиска площадки для посадки КА).

После отделения от межорбитального буксира КА необходимо осуществить первичное исследование параметров вращательного движения астероида с помощью средств видеонаблюдения. В связи с тем, что астероид за счёт своего вращательного движения обеспечит возможность фото- и видеосъёмки большей части своей поверхности, то нет необходимости обеспечивать орбитальное движение КА вокруг астероида. Предварительная информация о параметрах вращательного движения астероида позволит локализовать две полюсные области, линейная скорость поверхности на которых, относительно КА, может быть минимальной (в пределе нулевой). Далее рассчитывается и осуществляется маневр «зависания» над одним из полюсов – КА меняет своё расположение в окрестности астероида так, чтобы его центр масс находился в малой окрестности оси вращения астероида. После осуществления манёвра сближения КА с астероидом вдоль его оси вращения выполняется детальное обследование астероида в полярной области, выбор точки посадки и спуск на поверхность астероида. Посадка в полярной области упрощает маневрирование КА вблизи поверхности астероида.

В качестве помощи для осуществления посадки может использоваться оборудование, размещаемой на межорбитальном буксире. Например, размещение на его борту мощного лазера позволит осуществить перфорацию скальной поверхности в полярной области астероида для анкерных зацепов КА с помощью которых осуществляется закрепление на месте посадки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дегтярь В.Г. Ракетная концепция системы противoaстероидной защиты Земли / В.Г. Дегтярь, В.А. Волков. – Москва: Машиностроение, Машиностроение-Полет, 2013. – 314 с.
2. Синявский В.В. Научно-технический задел по ядерному электроракетному межорбитальному буксиру «Геркулес» // Космическая техника и технология. – 2013. – № 3. – С. 25-45.
3. Shustov B., Makarov Yu., Naroenkov S., Molotov I.E., Eselevish M., Panasyuk M., Shuvalov V., Savel'ev M. Activities in Russia on NEO: Progress in Instrumentation, Study of Consequences and Coordination // Proceedings of the 2017 IAA Planetary Defense Conference. – 2017.